

Essay: Nut & Noodzaak Tijdreeksanalyse van afvoeren

Joost Heijkers¹

Inleiding

In toenemende mate durf ik de stelling aan dat we in theoretisch opzicht de belangrijkste successen op het vlak van het stochastisch modelleren van de grondwaterstand met tijdreeksmodellen hebben geboekt. Het werk van vakgenoten als Jos von Asmuth, Paul Baggelaar, Wilbert Berendrecht, Marc Bierkens, Kees Maas, Harry Rolf, Frans van Geer en Martin Knotters spreekt wat dat betreft boekdelen. En dan heb ik het nog niet gehad over de uitstekende proefschriften die enkelen van hen hebben opgeleverd over dit onderwerp. Vaker en vaker gebruik ik de uitdrukking: waar een klein land klein in kan zijn, omdat veel vakgenoten er een handje van hebben om structureel de onderzoeksresultaten te negeren van landgenoten in gelijksoortige deelgebieden van de hydrologie. Maar daar waar het aankomt op de tijdreeksanalyse van grondwaterstanden kunnen we met recht stellen dat we één van de hoofdrolspelers op mondiale schaal zijn, dit mede afgaande op de vele verwijzingen naar papers van genoemde heren in peer reviewed journals. Dit gezegd hebbende ben ik van mening dat we onze gecombineerde hydrologische en statistische kennis de komende jaren zouden moeten inzetten op de tijdreeksanalyse van afvoerdata. Het afleiden van afvoerreeksen uit monitoringdata is niet triviaal. Daarvoor dient monitoringdata als boven- en benedenstroomse waterstanden en klepstanden (bij stuwen), pomp aan/uit, aantal seconden per tijdseenheid waarbij de pomp aanstond (bij gemalen) et cetera te worden ingezet. Om via deze data tot een schatting van de afvoer te komen dient er een empirische relatie te worden ingezet die onnauwkeurigheden/fouten introduceert. Waterstandsmetingen zijn b.v. zelf ook behept met fouten, de coëfficiënten in een Q-h relatie zijn niet altijd kunstwerk-specifiek en aldus worden onnauwkeurigheden geïntroduceerd en bij een pomp geldt dat deze qua capaciteit afneemt in de tijd, en dat op het moment dat deze aanslaat niet gelijk op de (vaak niet goed bekende!) maximale capaciteit zit. Dit alles –en nog veel meer- zorgt ervoor dat schattingen van de afvoer vaak zeer onnauwkeurig zijn (mismatch van 20-50% is niet zeldzaam). Zo blijkt althans uit validatiestudies van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden die met hun zogenaamde debiet meetboot zijn uitgevoerd de afgelopen jaren. Zie voor meer informatie over deze debietmeetboot en de complexiteit van afvoerschatten bijvoorbeeld het Stromingenartikel Onzekere Debietschattingen van Mulder et. al. (2011). De term onzeker wordt hier overigens verkeerd gebruikt (NB: als

¹ Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (Heijkers.wjm@hdsr.nl)

mede-auteur steek ik uiteraard de hand in eigen boezem). Niet de debiet- of anders gezegd afvoerschattning is onzeker, doch degene die de afvoer schat (helaas niet altijd een hydroloog...).

En als we dan toch in staat zijn geweest om een reeks op te bouwen dan is deze vaak niet homogeen, te kort (bijvoorbeeld voor adequate statistische analyse) en 'vol' met gaten. Tevens is niet duidelijk wat de nauwkeurigheid van de afgeleide afvoer is. Door het homogene deel eruit te lichten, de gaten te vullen en de reeks vervolgens te extrapoleren zijn we toch in staat om relevante analyses uit te voeren:

- Het bepalen van beschrijvende statistieken (gemiddelde, mediaan, hoogste en laagste waarde et cetera);
- Het bepalen van extremen en overschrijdingsfrequenties;
- Het begrijpen van de afvoerreeks in termen van: uit welke componenten is deze opgebouwd, wat is het aandeel van de diverse componenten;
- Et cetera.

Binnen de wetenschappelijk-hydrologische wereld zijn er tal van methoden ontwikkeld om bovengenoemde verbeteracties uit te voeren. Er is echter geen consensus over de vraag of een bepaalde methode beter is dan de ander. Consensus daarover zal er misschien wel nooit komen en dat is misschien maar goed ook, maar toch, we kunnen een poging wagen. Vanuit een beleidsmatig oogpunt is daar veel voor te zeggen naar mijn idee. Wel is het zo dat zo veel mogelijk objectiviteit betracht dient te worden en dat pleit voor data-gebaseerde black-box* methoden. Binnen Nederland zijn op dat vlak goede resultaten bereikt door Waterschap Aa en Maas met stochastische tijdsreeksanalysemethoden en door Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden met neurale netwerken. We moeten natuurlijk voorzichtig zijn met het vroegtijdig voorsorteren op bepaalde technieken. Dit kan leiden tot een suboptimale richting. Ik denk daarom dat we (de hydrologische gemeenschap) eerst met een onafhankelijk, objectief en volledig vergelijkend warenonderzoek moeten beginnen voordat we ons uitspreken voor een bepaalde methode of methoden. Genoemde voorbeelden zijn slechts illustratief. Wanneer we verder internationaal kijken dan is P.C. Young (Lancaster University) een van de autoriteiten op dit vakgebied (zie: <http://www.lancaster.ac.uk/lec/about-us/people/peter-young> voor een indrukwekkende lijst met publicaties van zijn hand). Young bedient zich met name van stochastische tijdsreeksanalysetechnieken (zie bijvoorbeeld de door hem ontwikkeld Captain Toolbox (http://captaintoolbox.co.uk/Captain_Toolbox.html)). Daar is heel veel voor te zeggen, ware het niet dat veel gap filling onderzoek (met name toegepast binnen de wereld van de micro-meteorologie; zie bijvoorbeeld Moffat et. al. 2007) in de richting wijst van de inzet van neurale netwerken als de beste schatter van de waarde van een onbekende variabele binnen een tijdreeks.

***: Overigens zijn data-gebaseerde methoden zelden geheel black-box. Er wordt meestal enige fysische basis verondersteld, en die wordt bijvoorbeeld gebruikt bij de regionalisatie van tijdreeksmodellen. Zie bijvoorbeeld het Stromingen-artikel 'Tijdreeksmodellen voor de grondwaterstand; een kijkje in de black box' van Martin Knotters & Marc Bierkens (1999) voor meer informatie.**

Wensen Numeriek Modellers

Hoewel we al jaren onze neerslag-afvoer modellen op afvoeren kalibreren worden vooral grondwatermodellen nog steeds niet gekalibreerd op afvoeren, maar enkel op grondwaterstanden. Dat dit leidt tot *ill-posed problems*, met name bij het schatten van weerstanden naar mijn idee, moge duidelijk zijn. De reden hiervoor is denk ik ook voor menig lezer van Stromingen duidelijk: we kunnen onze numerieke grondwatermodellen pas kalibreren op basis van afvoeren op het moment dat deze informatie voldoet aan het volgende: tijdreeksen zonder gaten, met gekwantificeerde nauwkeurigheid en beschrijvende statistieken, eventueel inclusief middels tijdreeksmodellering verkregen klimaatrepresentatieve reeksen en fluctuatiestatistieken. Een en ander kan natuurlijk ook worden ingezet in waterbalansonderzoek (o.a. t.b.v. stofbalansen en dus KRW-watersysteemanalyse) en modelvalidatie.

Mogelijk vraagstuk voor een nog op te richten consortium van belanghebbenden?

Kortom: er zijn een aantal beschikbare methoden die goed gedocumenteerd zijn en die redelijk eenvoudig kunnen worden ingezet om in onze hydrologische afvoerdata-vraag te gaan voorzien. Aan het geschetste (hopelijk toekomstige) consortium zou kunnen worden gevraagd:

- I. Geef een zo volledig mogelijk overzicht van beschikbare methoden;
- II. Zijn de methoden complementair of inwisselbaar, of er is er een duidelijke voorkeur aan te geven, op basis van onafhankelijke validatieresultaten;
- III. Kan er een web-based toolbox worden ontwikkeld (zoveel mogelijk op basis van bestaande componenten) die voorziet in de vraagstukken waar de waterschappen en andere modellerende instanties zich gesteld voor zien;
- IV. Kan de ontwikkelde toolbox worden getest op een n-tal bestaande reeksen in zowel hoog als laag Nederland;
- V. Wat gaat de ontwikkeling van deze toolbox, inclusief documentatie en cursus, kosten en kan het geschetste consortium dit op een nader te bepalen termijn bewerkstelligen?

Hydrologen die zich herkennen in de geschetste vraagstukken kunnen dit kenbaar maken aan mij, dan zorg ik ervoor dat de een lijst met personen en organisaties die de vraagstelling onderkennen zal worden toegestuurd aan de relevante organisaties. Lees: die organisaties (of consortia) die de middelen hebben om samen met de waterschappen (die bijvoorbeeld geld, tijd en/of data leveren stel ik me zo voor) te gaan voorzien in de noodzakelijke informatie en instrumenten. De NHV-werkgroepen Tijdreeksanalyse en Afvoerschattingen (zie de eerdere oproep in Stromingen om leden voor deze werkgroep te werven) kunnen hierbij natuurlijk een rol spelen, maar ik denk vooral ook aan het Platform Monitoring (kwantiteit van de waterschappen), STOWA, de NHV en het NHI-consortium (in NHI-verband is veel behoefte aan accurate afvoerschattingen).

Literatuur

Knotters, M. & M.F.P. Bierkens (1999) Tijdreeksmodellen voor de grondwaterstand; een kijkje in de black box; In: *Stromingen* : jaargang 5, nummer 3.

Moffat, A. M., D. Papale, M. Reichstein, D.Y. Hollinger, A.D. Richardson, A.G. Barr, C. Beckstein, B.H. Braswell, G. Churkina, A.R. Desai, E. Falge, J.H. Gove, M. Heimann, D.F. Hui, A.J. Jarvis, J. Kattge, A. Noormets & V.J. Stauch (2007) Comprehensive comparison of gap-filling techniques for eddy covariance net carbon fluxes; In: *Agricultural and Forest Meteorology*, 147, 209–232.

Mulder, H.M., P.N.M. Schipper, E. Jongman & J. Heijkers (2011) Onzekere debiet-schattingen; In: *Stromingen*: Jaargang 16, nummer 3.